第2章 Appendix

USB対応オーディオ入出力アダプタの動作説明

漆谷正義

ここでは，第２章で取り上げた回路（p.39の図１）の動作について説明する．なお，本誌姉妹誌の「トランジスタ技術」2007年６月号では，第２章で取り上げた回路を両面基板で設計している．（編集部）

パソコンに装備されているオーディオ入出力回路は，実装面から見ると，オーディオ機器と言うよりは，むしろ制御機器の一部です．特に*SN*比の点でオーディオの性能を100％引き出しているとは言えません．また，オーディオ回路の構成も千差万別であり，仕様もはっきりしない場合も少なからずあります．さらに家電分野のオーディオ機器とのすみ分けやインターフェースはまだ確立していません．USBインターフェースはこのような問題を解決する助け船となります．

USB経由でオーディオ機器と接続したい，USB端子から音声を収集したいなどの要望に対しては，このUSB対応オーディオ入出力アダプタ（**写真1**）が一つの答えになるでしょう．

● USB対応オーディオ入出力アダプタの特徴

このオーディオ入出力アダプタには，米国Texas Instruments社製のオーディオ・コーデック「PCM2906」を使っています．PCM2906はUSBのバス・パワーで動作するので，特別に電源を必要としません．
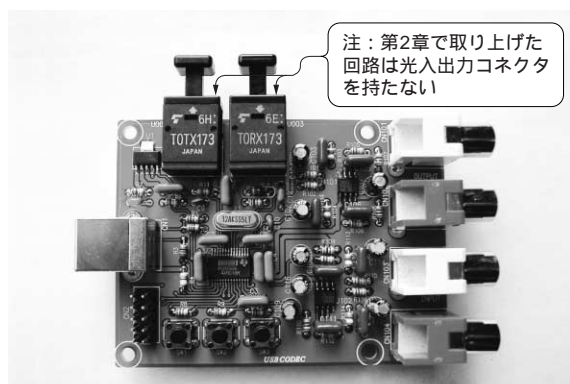
写真1　USB対応オーディオ入出力アダプタ

本ボードでは，オーディオ機器に使われるRCAピン（ピン・ジャック）により，ステレオ・オーディオ信号を入出力できます．

● USB対応オーディオ入出力アダプタの回路構成

USBポートは，シリーズBコネクタでパソコンに接続できます．アナログ・オーディオ端子は，ステレオの入出力が可能で，レベルは1.98$V_{P\text{-}P}$フルスケールです．

三つのスイッチは，HID（human interface device）のキーで，ミュート，ボリューム・アップ，ボリューム・ダウンを指示します．“L”（スイッチ・オープン）時はソフトウェア制御となります．スイッチを押すと“H”となり，該当する動作が実行されます．ミュート動作はトグル（ON，OFFの繰り返し）となります．

● パケットに同期した96MHzのPLLでA-D，D-A変換する

A-DコンバータとD-Aコンバータは，16ビットのΔ-Σ型を採用しています．サンプリング周波数は，D-Aコンバータが32kHz，44.1kHz，48kHz，A-Dコンバータが8kHz，11.025kHz，16kHz，22.05kHz，32kHz，44.1kHz，48kHzです．内部クロックは96MHzで，外付けの12MHz発振子の周波数を内部のPLL（phase-locked loop）で8てい倍して作っています．

A-Dコンバータの性能は，ひずみ率（$THD+N$）が0.01％，*SN*比とダイナミック・レンジが89dBです．デシメーション・ディジタル・フィルタの特性は，通過帯域リプルが±0.05dB，ストップ・バンド減衰率が－65dBとなっています．また，アンチ・エリアシング・フィルタを内蔵しています．

D-Aコンバータの性能は，ひずみ率（$THD+N$）が0.005％，*SN*比が96dB，ダイナミック・レンジが93dBです．オーバ・サンプリング・ディジタル・フィルタの特性は，通過帯域リプル

KeyWord　オーディオ入出力，オーディオ・コーデック，PCM2906，アイソクロナス転送モード，USB対応
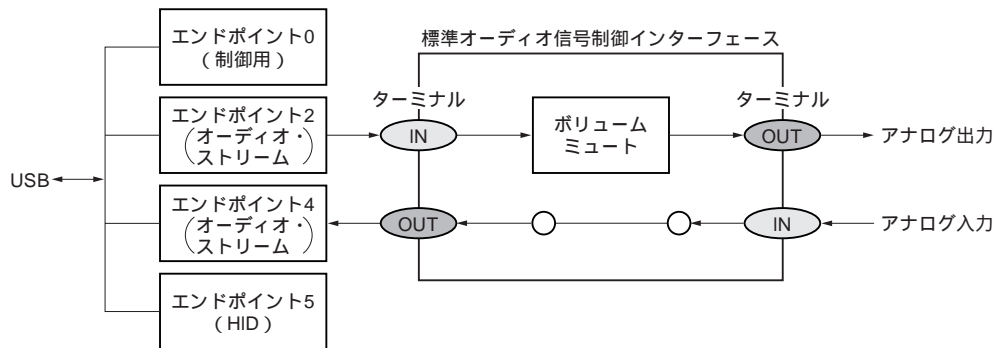
図1 USBオーディオ・インターフェース

が±0.1dB，ストップ・バンド減衰率が－43dBとなっています．

● **USBプロトコル制御**

PCM2906のUSBプロトコル制御には，マイコンによるファームウェアは必要ありません．オーディオ・クロックは，USBパケット・データから再生しており，Texas Instruments社のSpActという技術とPLLの組み合わせで，低クロック・ジッタと，サンプリング周波数の独立性を実現しています．

このICはUSB 1.1（バス速度12Mbps）準拠ですが，USB 2.0対応のパソコンでも互換性が保たれています．また，ケーブルも同じものが使えます．

● **アイソクロナス転送モードを使用**

音声データはアイソクロナス転送なので，信号の遅延は問題になりません．さらにIC内部には音声データを一定周期でまとめて送信/受信するためにバッファ（FIFO：first-in first-out）が設けられています．

● **USBインターフェース**

パソコンからの制御データとオーディオ・データは，USBコネクタのD＋，D－端子からPCM2906の同じ名前のピン（1，2ピン）に入ります．**図1**のように，USBには仮想的な線路が複数あり，ホスト（パソコン）は，この線路の末端にあるエンドポイントと1対1で通信します．

PCM2906では，エンドポイント0を制御用，2と4をオーディオ入出力，5をHIDに割り当てています．これにつながるオーディオ信号制御インターフェースは，WindowsのUSBオーディオ・クラス・デバイスの仕様に準拠しています．従って，このアダプタをパソコンに接続するだけで，プラグ＆プレイによって自動的にオーディオおよびHIDのデバイス・ドライバが組み込まれ，Windowsのサウンド・レコーダなどの既存ソフトウェアが使えるようになります．

● **トランジスタ技術6月号特集は「はじめてのプリント基板設計」**

姉妹誌である「トランジスタ技術」2007年6月号では，プリント基板設計ツール「CSiEDA」の使い方を詳しく説明しています．題材として，本誌で取り上げた「USB対応オーディオ入出力アダプタ」を安価な両面基板で設計します．

プリント基板の設計は，回路図のネット・リストと部品外形図，フット・プリントを照合して進める時代から，プリント基板を設計，製造するための回路図を作成する作業に変遷しています．トランジスタ技術誌ではこの観点から，最初にプリント基板設計を前提とした回路図入力の方法を説明し，回路図ライブラリの作成を行い，次にプリント基板ライブラリを作成するという流れに沿ってすべての作業を体験できるように配慮しています．さらに，ガーバ・データ，ドリル・データを基板製造業者に出し，入手した基板に部品を実装するノウハウを紹介し，最後に基板を動作させるまで一貫して読者の皆さんとともに作業を進めます．

プリント基板は，多層基板からビルドアップ基板へと進化しており，また，BGA（ball grid array）やCSP（chip size package）のように，LSI製造分野とプリント基板製造分野が重複するようになりました．トランジスタ技術誌では，プリント基板の種類や製造方法などを最初に取り上げ，次にパターン設計特有の用語を，イラスト満載で説明しています．本誌と併読していただければ幸いです．

参考・引用*文献

(1) PCM2904，PCM2906 Stereo Audio CODEC with USB Interface, Single-Ended Analog Input/Output and S/PDIF，SLES042A-JUNE2002-REVISED，June 2004，Texas Instruments.
(2) DEM-PCM2900/2902 EVM User's Guide，SLEU024，Aug.2002，Texas Instruments.

うるしだに・まさよし